

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE00/00614

EU



REC'D 01 MAY 2000	
WIPO	PCT

## Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Sendeempfänger"

am 12. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 04 B, H 03 L und H 04 Q der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 17. April 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

*Brand*

Aktenzeichen: 199 11 147.2

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

GR 99 P 1408



1

## Beschreibung

## Sendeempfänger

5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Sendeempfänger mit einem HF-Empfänger, insbesondere UHF-Empfänger, mit digitaler Signalverarbeitung in einem Digitalteil, mit einem Eingangsteil, zumindest einem Mischер und einer Zwischenfrequenz/Basisbandverarbeitung sowie mit einem lokalen Kanaloszillator, dem ein erster Phasenregelkreis mit einem Phasendiskriminator und ein einstellbarer erster Frequenzumsetzer zugeordnet ist und mit einem Referenzoszillator für den Phasenregelkreis und den Steuertakt der digitalen Signalverarbeitung.

15

Bei vielen Funkgeräten und bei Funktelefonen im besonderen wird als Taktoszillator ein Quarzoszillator relativ niedriger Frequenz verwendet, dessen Oberwellen in das Empfangsband des Empfängers fallen können.

20

GSM-Geräte arbeiten beispielsweise im 900 MHz-Band, wobei bei herkömmlichen Ausführungsformen der Empfänger eine Zwischenfrequenz von 45 - 400 MHz aufweist und der Sender mit Direktmodulation eines auf der Sendefrequenz des erzeugten Trägers arbeitet. Ein Kanaloszillator sowie ein Festfrequenzoszillator verwenden beide einen 13 MHz-Quarzoszillator als Referenz, wobei die Frequenz von 13 MHz deswegen verwendet wird, weil die zentral vom GSM-Digitalteil benötigte Taktfrequenz sich mit  $13/6 = 2, 1666$  MHz auf 13 MHz bezieht und aus ihr auch durch einfache Frequenzteilung die Kanalrasterfrequenz von 200 kHz hergeleitet wird, die gleich der Vergleichsfrequenz des Kanal-Synthesizers ist. Damit ist 13 MHz die niedrigste mögliche Referenzoszillator-Frequenz jedes konventionellen GSM-Telefons.

30

35 In dem angegebenen Beispiel fällt die zweiundsiebzigste Oberwelle des 13 MHz Oszillators in den Empfangskanal 936 MHz, und die dreiundsiebzigste Oberwelle in den Empfangskanal 949

MHz. Gerade bei den extrem miniaturisierten Mobiltelefonen ergibt sich durch die räumliche Nähe der Funkmodule zum Empfängereingang und zur Antenne ein besonderes Problem. Gängige Spezifikationen schreiben vor, daß störende Frequenzen am 50 Ohm-Empfängereingang beispielsweise unter 0,7 Mikrovolt liegen müssen. Ein üblicher 13 MHz Quarzoszillator schwingt mit einer Amplitude von ca. 1 Volt, was bedeutet, daß Oberwellen dieses Oszillators im Bereich 900 MHz um mehr als 120 dB gedämpft am Empfängereingang erscheinen dürfen. Die heute 10 üblichen schnellen Siliziumtransistoren führen jedoch im 900 MHz-Bereich zu Oberwellenabständen von nur ca. 60 dB bezogen auf den Nutzträger. Somit ist eine zusätzliche Dämpfung zwischen Quarzoszillator und Empfängereingang von ca. 60 dB erforderlich. Bei den geringen räumlichen Abständen dieser 15 Bereiche von höchstens 40 mm führt dies zu einem extremen Schirmaufwand in üblichen GSM-Mobiltelefonen, d. h. zur Verwendung von Blechteilen, Metallgehäusen, etc. Versuche, dieses Oberwellenproblem durch Schaltmaßnahmen alleine, z. B. durch Oberwellenfilter zu lösen, bringen nur Teilerfolge, da 20 die Oberwellen dadurch im allgemeinen reflektiert und nicht vernichtet werden, was im Extremfall sogar dazu führen kann, daß kritische Oberwellen verstärkt abgestrahlt werden.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt daher darin, einen Sendeempfänger zu schaffen, bei welchem das genannte Problem mit 25 Oberwellen des Referenzoszillators dahingehend gelöst wird, daß Kosten, Volumen und Gewicht des Gerätes durch Wegfall oder Verringerung des Schirmaufwandes geringer werden.

30 Diese Aufgabe läßt sich mit einem Sendeempfänger der eingangs genannten Art lösen, bei welchem erfindungsgemäß zur Gewinnung des Steuertaktes ein digitaler Taktsynthesizer vorgesehen ist, dem ein Ausgangssignal des Referenzoszillators und ein Regelsignal von dem Digitalteil in Form eines digitalen 35 Abstimmwortes zugeführt ist, wobei die Frequenz des Referenzoszillators so gewählt ist, daß ihre Größenordnung zumindest gleich der Bandbreite eines oder mehrerer der verwendeten

Empfangsbänder beträgt und keine ihrer Oberwellen in einen Empfangskanal fällt.

5 Dank der Erfindung kann man leicht vermeiden, daß Oberwellen in einen Empfangskanal fallen, sodaß die Schirmung zwischen Sende- und Empfangsteil wesentlich verringert werden kann.

---

10 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der Taktsynthesizer als Synthesizer mit direkter digitaler Synthese ausgebildet, da sich dadurch jede Frequenz aus einer beliebigen anderen Frequenz erzeugen läßt, und die Frequenz auch fein eingestellt werden kann.

15 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung besitzt einen ersten Frequenzumsetzer, der ein Fraktional-N-Teiler mit Sigma-Delta-Modulator ist. Diese Ausführung bietet den Vorteil, daß sie schon bei konventionellem Aufbau schnelle Kanalwechsel, feine Abstimmsschritte und gute Phasentauschwerte bei hohen Vergleichsfrequenzen erlaubt.

20 Zweckmäßigerweise wird dem ersten Frequenzumsetzer ein Feinabstimmungssignal von dem Digitalteil zugeführt, wodurch ein billigerer Referenzoszillator verwendet werden kann, der keine Feinabstimmung benötigt. Prinzipiell kann mit Vorteil allen verwendeten Frequenzumsetzern ein Feinabstimmungssignal zugeführt werden.

30 Eine andere zweckmäßige Fortbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß ein ZF-Oszillator vorgesehen ist, dem ein zweiter Phasenregelkreis mit einem Phasendiskriminator und einem zweiten Frequenzumsetzer zugeordnet ist, wobei dem Phasendiskriminator ein Ausgangssignal des Referenzoszillators und dem Frequenzumsetzer ein Modulationssignal sowie ein Feinabstimmssignal zugeführt ist. Dadurch läßt sich günstig ein moduliertes Signal aufbereiten. Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn dem ZF-Oszillator ein GMSK-Modulationssignal eines fein einstellbaren Sigma-Delta-Synthesizers zugeführt ist.

Das Konzept nach der Erfindung ermöglicht die Verwendung sowohl eines konventionellen Heterodyn-Empfängers wie auch eines Homodyn-Empfängers, bei welchem einem Empfangsmischer 5 das modulierte HF-Empfangssignal und mit jeweils dessen Frequenz ein Ausgangssignal des Kanalsynthesizers zugeführt ist, sodaß die Zwischenfrequenz dem Basisband entspricht.

Eine einfache und kostengünstige Verbindung zwischen Sender 10 und Empfänger ergibt sich, wenn das modulierte Ausgangssignal des ZF-Oszillators und das Ausgangssignal eines Sendemischers einem Phasendiskriminator zugeführt sind, dem ein Signal eines gesteuerten Sendeoszillators sowie ein Ausgangssignal des lokalen Kanaloszillators zugeführt ist.

15 Die Erfindung samt weiterer Vorteile ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist. In dieser zeigt die einzige Figur ein 20 prinzipielles und vereinfachtes Blockschaltbild eines Sendeempfängers nach der Erfindung.

Gemäß der Zeichnung enthält ein Sendeempfänger gemäß der Erfindung eine Steuerung MPR und eine Basisbandverarbeitung BBV, die hier in einem einzigen, als Digitalteil DIT bezeichneten Block dargestellt sind. In bekannter Weise ist nun ein 25 Referenzoszillator REO vorhanden, der ein Ausgangssignal  $s_{REF}$  liefert, und dieses Signal wird nun in der nachstehenden Weise zur Gewinnung eines Steuertaktes sowie zur Ableitung der für den Empfänger und Sender erforderlichen Kanalfrequenzen benutzt. Das Ausgangssignal  $s_{REF}$  wird nun einem digitalen 30 Synthesizer DDS zugeführt, der zweckmäßigerweise nach der digitalen direkten Synthese arbeitet. Derartige Synthesizer sind bekannt, und ein modernes Ausführungsbeispiel ist in der Firmenschrift CMOS, 125 MHz Complete DDS Synthesizer, AD 35 9850, Analog Devices, Inc. 1998, samt Schaltungsbeispielen und Funktionserläuterungen beschrieben. Für den vorliegenden Fall von besonderer Bedeutung ist es, daß ein solcher DDS-

Synthesizer jede Frequenz aus einer beliebigen anderen Frequenz erzeugen kann, und auch eine Feineinstellung mit Hilfe eines AFC-Signals möglich ist, sodaß als Referenzoszillator billigere Oszillatoren beliebiger Frequenz, auch Keramik-  
5 oszillatoren oder freilaufende Oszillatoren verwendet werden können. Referenzoszillatoren waren bis jetzt im Hinblick auf die geforderte Genauigkeit und Stabilität eines der teuersten Module von Funktelefonen.

10 Der Synthesizer DDS liefert einen Steuertakt  $f_{STE}$  an einen Microcontroller des Digitalteils DIT, wobei er aus diesem Block ein Regelsignal  $s_{AFC}$  erhält, nämlich in Form eines digitalen Abstimmwortes, das sowohl die Frequenzumsetzung bewirkt wie die Feinabstimmung auf die genaue Taktfrequenz, die mit  
15 Hilfe eines von der Basisstation empfangenen präzisen Taktes durchgeführt wird, nämlich in Form eines digitalen Abstimmwortes. Das Ausgangssignal  $s_{REF}$  des Referenzoszillators REO wird weiters einer PLL-Schleife zugeführt, die einen ersten Frequenzumsetzer FU1, einen Phasendiskriminator PD1, ein  
20 Tiefpaßfilter TP1 und einen lokalen Kanaloszillator EVO enthält. Der Frequenzumsetzer FU1 ist zweckmäßigerweise als Fraktional-N-Teiler mit Sigma-Delta-Modulator ausgeführt, und er erhält ein Feinabstimmssignal  $h_{AFC}$  sowie ein Kanalsignal  $s_{KAN}$  seitens des Mikroprozessorblocks MPR, BBV. Das Ausgangssignal des Kanaloszillators EVO gelangt empfängerseitig zu einem Empfängermodul EMI. Diesem Empfängermodul wird das Hochfrequenzsignal  $s_{HAM}$  zugeführt, welches über eine Antenne ANT mit einem steuerbaren Umschalter AUS, ein Bandpaßfilter BP2 und einen rauscharmen Verstärker LNA läuft. Zweckmäßigerweise  
25 und modernen Konzepten entsprechend wird direkt in das Basisband gemischt, d. h. die Frequenz des Mischoszillatorsignals entspricht immer genau der Frequenz des Hochfrequenzsignales  $s_{HAM}$ . Die Oszillatorkreisfrequenz am Mischereingang kann gleich der direkten oder einer z. B. über einen Frequenzteiler umgesetzten Frequenz des Oszillators EVO sein. Nach diesem Prinzip arbeitende Empfänger werden bekanntlich als Homodyn-Empfänger bezeichnet. Eine eingehende Beschreibung eines Sigma-Delta-

Fractional-N-Synthesizers findet sich in „Delta-Sigma Modulation in Fractional-N Frequency Synthesis“, EEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 28, No. 5, May 1993, S. 553 – 559.

5 Senderseitig wird das Ausgangssignal  $s_{EVO}$  des Kanaloszillators EVO einem Sendermischer SMI zugeführt. Der Sendermischer ist in einer PLL-Schleife enthalten, die einen gesteuerten Sendeoszillator SVO, einen Phasendiskriminator PD3 sowie einen Tiefpaß TP3 enthält, und dem (dritten) Phasendiskriminator  
10 PD3 wird neben dem Ausgangssignal  $s_{SMI}$  des Mischers SMI auch ein Signal  $h_{MOD}$  zugeführt.

Das Signal  $h_{MOD}$  stellt das modulierte Ausgangssignal eines ZFO-Ozillators ZFO dar, der gleichfalls in einer (zweiten) PLL-Schleife liegt, welche außerdem einen zweiten Frequenzumsetzer FU2, einen zweiten Phasendiskriminator PD2 und einen zweiten Tiefpaß TP2 enthält. Dem Frequenzumsetzer FU2 wird ein Modulationssignal  $s_{MOD}$  sowie ein Feinabstimmssignal  $g_{AFC}$  seitens des Mikroprozessor- und Basisbandblocks MPR, BBV zugeführt, und das Ausgangssignal des Frequenzumsetzers FU2 gelangt an einen Eingang des Phasendiskriminators PD2, dessen anderem Eingang das Ausgangssignal  $s_{REF}$  des Referenzoszillators REO zugeführt ist.

25 Immer noch senderseitig wird schließlich ein Ausgangssignal des gesteuerten Sendeoszillators SVO einem Sendeverstärker SEV und von hier über einen Tiefpaß TP4 dem Antennenumschalter AUS bzw. der Antenne ANT zugeführt.

30 Die Erfindung eignet sich besonders für Sendeempfänger, bei welchen die eingangs genannten Probleme hinsichtlich der Oberwellen von Bedeutung sind. Praktische Ausführungen haben sich für Funktelefone als zweckmäßig erwiesen, die im 900 bzw. 1800, 1900 und 2000 MHz-Bereich arbeiten, so bei den  
35 Systemen GSM 900, GSM 1800, GSM 1900 und IMT-2000 (UMTS). Bei sogenannten Multimode-Geräten kann es erforderlich sein, eine

Referenzoszillator-Frequenz zu wählen, deren Oberwellen in keines der benutzten Empfangsbänder fallen.

## Patentansprüche

1. Sendeempfänger mit einem HF-Empfänger, insbesondere UHF-Empfänger, mit digitaler Signalverarbeitung in einem Digitalteil (DIT), mit einem Eingangsteil, zumindest einem Mischер und einer Zwischenfrequenz/Basisbandverarbeitung (BBV) sowie mit einem lokalen Kanaloszillatator (EVO), dem ein erster Phasenregelkreis mit einem Phasendiskriminator (PD1) und ein einstellbarer erster Frequenzumsetzer zugeordnet ist und mit einem Referenzoszillatator (REO) für den Phasenregelkreis und den Steuertakt ( $f_{ST}$ ) der digitalen Signalverarbeitung, dadurch gekennzeichnet, daß zur Gewinnung des Steuertaktes ( $f_{STE}$ ) ein digitaler Takt-synthesizer (DDS) vorgesehen ist, dem ein Ausgangssignal ( $S_{REF}$ ) des Referenzoszillators (REO) und ein Regelsignal ( $S_{AFC}$ ) von dem Digitalteil (DIT) in Form eines digitalen Abstimmwörtes zugeführt ist, wobei die Frequenz ( $f_{REO}$ ) des Referenzoszillators (REO) so gewählt ist, daß ihre Größenordnung zumindest gleich der Bandbreite eines oder mehrerer der verwendeten der Empfangsbänder beträgt und keine ihrer Oberwellen in einen Empfangskanal fällt.
2. Sendeempfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Takt-synthesizer (DDS) als Synthesizer mit direkter digitaler Synthese ausgebildet ist.
3. Sendeempfänger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Frequenzumsetzer (FU1) ein DDS-Synthesizer oder ein Fractional-N-Teiler mit Sigma-Delta-Modulator ist.
4. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten Frequenzumsetzer (FU1) ein Feinabstimmungssignal ( $h_{AFC}$ ) von dem Digitalteil (DIT) zugeführt ist.

5. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein ZF-Oszillator (ZFO) vorgesehen ist, dem ein zweiter Phasenregelkreis mit einem Phasendiskriminator (PD2) und einem zweiten Frequenzumsetzer (FU2) zugeordnet ist, wobei dem Phasendiskriminator ein Ausgangssignal ( $s_{REF}$ ) des Referenzoszillators (REO) und dem Frequenzumsetzer (FU2) ein Modulationssignal ( $s_{MOD}$ ) sowie ein Feinabstimmssignal ( $g_{AFC}$ ) von dem Digitalteil (DIT) zugeführt ist.

10

6. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der dem ZF-Oszillator (ZFO) zugeordnete Frequenzumsetzer (FU2) ein DDS-Synthesizer oder ein Fractional-N-Teiler mit Sigma-Delta-Modulator ist.

15

7. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem feineinstellbaren ZF-Oszillator-Frequenzumsetzer (FU2) das Modulationssignal z. B. für eine GMSK-Modulation aus dem Digitalteil (DIT) zugeführt ist.

20

8. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das modulierte ZF-Signal mit Hilfe einer Frequenzumsetzung, Frequenzteilung oder DDS erzeugt ist.

5

30

9. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß er als Homodyn-Empfänger ausgebildet ist, bei welchem einem Empfangsmischer (EMI) der modulierte HF-Träger ( $s_{HFM}$ ) und mit jeweils dessen Frequenz ein direktes oder umgereihtes Ausgangssignal des Lokalen Kanaloszillators (EVO) zugeführt ist, sodaß die Zwischenfrequenz dem Basisband entspricht.

35

10. Sendeempfänger nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das modulierte Ausgangssignal ( $h_{MOD}$ ) des ZF-Oszillators (ZFO) und das Ausgangs-

signal eines Sendemischers (SMI) einem Phasendiskriminator (PD3) zugeführt sind, dem ein Signal eines gesteuerten Senderoszillators (SVO) sowie ein Ausgangssignal ( $s_{EVO}$ ) des lokalen Kanaloszillators (EVO) zugeführt ist.

## Zusammenfassung

## Sendeempfänger

5 Ein Sendeempfänger mit einem HF-Empfänger, insbesondere UHF-Empfänger, mit digitaler Signalverarbeitung in einem Digitalteil (DIT), mit einem Eingangsteil, zumindest einem Mischер und einer Zwischenfrequenz/Basisbandverarbeitung (BBV) sowie mit einem lokalen Kanaloszillatator (EVO), dem ein erster

10 Phasenregelkreis mit einem Phasendiskriminator (PD1) und ein einstellbarer erster Frequenzumsetzer zugeordnet ist und mit einem Referenzoszillatator (REO) für den Phasenregelkreis und den Steuertakt ( $f_{ST}$ ) der digitalen Signalverarbeitung, bei welchem zur Gewinnung des Steuertaktes ( $f_{STE}$ ) ein digitaler

15 Taktgeneratoren (TGS) vorgesehen ist, dem ein Ausgangssignal ( $S_{REF}$ ) des Referenzoszillators (REO) und ein Regelsignal ( $S_{AFC}$ ) von dem Digitalteil (DIT) in Form eines digitalen Abstimmwortes zugeführt ist, wobei die Frequenz ( $f_{REO}$ ) des Referenzoszillators (REO) so gewählt ist, daß ihre Größenordnung zumindest gleich der Bandbreite eines oder mehrerer der verwendeten Empfangsbänder beträgt und keine ihrer Oberwellen in einen Empfangskanal fällt.

20

Fig. 1

